

**Bibliographic Fields**

**Document Identity**

(19)【発行国】

日本国特許庁(JP)

(12)【公報種別】

公開特許公報(A)

(11)【公開番号】

特開平9-191002

(43)【公開日】

平成9年(1997)7月22日

**Public Availability**

(43)【公開日】

平成9年(1997)7月22日

**Technical**

(54)【発明の名称】

プラズマエッチング方法

(51)【国際特許分類第6版】

H01L 21/3065

C23F 4/00

【FI】

H01L 21/302 F

C23F 4/00 E

【請求項の数】

1

【出願形態】

OL

【全頁数】

5

**Filing**

【審査請求】

未請求

(21)【出願番号】

特願平8-2397

(22)【出願日】

平成8年(1996)1月10日

(19) [Publication Office]

Japan Patent Office (JP)

(12) [Kind of Document]

Unexamined Patent Publication (A)

(11) [Publication Number of Unexamined Application]

Japan Unexamined Patent Publication Hei 9 - 191002

(43) [Publication Date of Unexamined Application]

1997 (1997) July 22 days

(43) [Publication Date of Unexamined Application]

1997 (1997) July 22 days

(54) [Title of Invention]

PLASMA ETCHING METHOD

(51) [International Patent Classification, 6th Edition]

H01L 21/3065

C23F 4/00

[FI]

H01L 21/302 F

C23F 4/00 E

[Number of Claims]

1

[Form of Application]

OL

[Number of Pages in Document]

5

[Request for Examination]

Unrequested

(21) [Application Number]

Japan Patent Application Hei 8 - 2397

(22) [Application Date]

1996 (1996) January 10 days

## Parties

## Applicants

(71)【出願人】

【識別番号】

000002185

【氏名又は名称】

ソニー株式会社

【住所又は居所】

東京都品川区北品川6丁目7番35号

(71) [Applicant]

[Identification Number]

000002185

[Name]

SONY CORPORATION (DB 69-055-3649 )

[Address]

Tokyo Prefecture Shinagawa-ku Kitashinagawa 6-7-35

## Inventors

(72)【発明者】

【氏名】

福田 誠一

【住所又は居所】

東京都品川区北品川6丁目7番35号 ソニー株式会社内

(72) [Inventor]

[Name]

Fukuda Seiichi

[Address]

Inside of Tokyo Prefecture Shinagawa-ku Kitashinagawa 6-7-35 Sony Corporation (DB 69-055-3649 )

## Abstract

(57)【要約】

【課題】

SiO<sub>2</sub>等の酸化シリコン系材料層2をパターニングするにあたり、半導体基板1等の下地材料層との高選択比および高エッチングレートを共に達成する。

【解決手段】

ヘキサフルオロ-2-ブチン等、特定構造の化合物をエッチングガスとして採用する。

【効果】

これら化合物がプラズマ中で解離することにより、酸化シリコン系材料層2のエッチャントであるCF<sub>x</sub>系化学種が容易かつ大量に生成する。

したがって、高速エッチングが可能となる。

またコンタクトホール4底部に露出した半導体基板1上においては、カーボンリッチなポリマ5が堆積することにより、高選択比が得られる。

(57) [Abstract]

[Problems to be Solved by the Invention]

When SiO<sub>2</sub> or other silicon oxide type material layer 2 patterning is done, high selectivity and high etching rate of the semiconductor substrate 1 or other substrate material layer are achieved together.

[Means to Solve the Problems]

You adopt, compound of specific structure such as hexafluoro-2- butyne as etching gas.

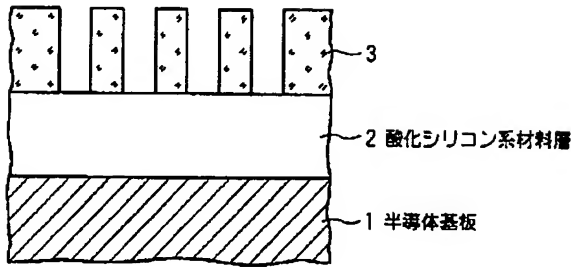
[Effect(s)]

These compound in plasma, CF<sub>x</sub> chemical species which is a etchant of the silicon oxide type material layer 2 by dissociated doing, forms easily and large scale.

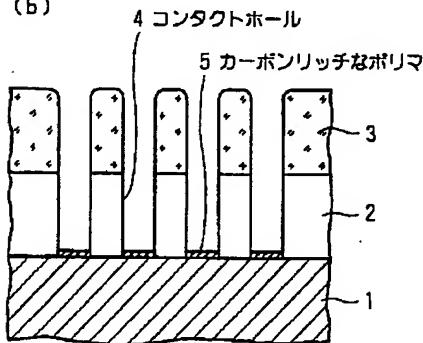
Therefore, high speed etching becomes possible.

high selectivity is acquired due to fact that carbon rich polymer 5 accumulates in on semiconductor substrate 1 which is exposed in contact hole 4 bottom part, in addition.

(a)



(b)



## Claims

### 【特許請求の範囲】

#### 【請求項 1】

下地材料層上の酸化シリコン系材料層を、前記下地材料層に対して選択的にエッチングするプラズマエッチング方法であって、

ヘキサフルオロ-2-ブチン、ヘキサフルオロ-1,3-ブタジエンおよびヘキサフルオロプロペンからなる群から選ばれる、いずれか少なくとも1種の化合物をエッチングガスとして用いることを特徴とするプラズマエッチング方法。

## Specification

### 【発明の詳細な説明】

【0001】

#### 【発明の属する技術分野】

本発明は半導体装置の製造分野等で適用されるプラズマエッチング方法に関し、更に詳しくは、下地材料層との選択性にすぐれ、またエッチングレートの高い酸化シリコン系材料層のプラズマエッチング方法に関する。

【0002】

#### 【従来の技術】

### [Claim(s)]

#### [Claim 1]

silicon oxide type material layer on substrate material layer, vis-a-vis aforementioned substrate material layer selectively etching with plasma etching method which is done,

It is chosen from group which consists of hexafluoro -2-butyne, hexafluoro-1, 3- butadiene and hexafluoropropene, plasma etching method. which uses compound of any at least 1 kind makes feature as etching gas and

### [Description of the Invention]

【0001】

#### [Technological Field of Invention]

this invention regards plasma etching method which is applied with manufacturing field etc of the semiconductor device, furthermore details are superior in selectivity of substrate material layer, regard plasma etching method of silicon oxide type material layer where in addition etching rate is large.

【0002】

#### [Prior Art]

LSI 等の半導体装置の高集積度化、高性能化が進展するに伴い、そのデザインルールはハーフミクロンからサブクォータミクロンのレベルへと縮小しつつある。

これに伴い、酸化シリコン系材料層を始めとする各種材料層に微細加工を施し、これをパターニングするためのプラズマエッチング方法に対する技術的要求は、ますます高度化している。

【0003】

例えば、被エッチング基板の大口径化にともない、8 インチ径以上の被エッチング基板の全面にわたり、均一な処理が要求される。

また ASIC(Application Specific IC)に代表されるように、多品種少量生産への要求が一部には高い。

これらの背景から、プラズマエッチング装置は枚葉式が主流となっている。

このため従来のバッチ式のプラズマエッチング装置に劣らない処理能力を維持するためには、被エッチング基板 1 枚当たりのエッチングレートを大幅に向上させる必要がある。

【0004】

また半導体デバイスの信号処理の高速化や、半導体素子自体の微細化を図るため、例えば MOS トランジスタにおいては不純物拡散層の接合深さが浅くなり、その他の各種材料層の厚さも薄くなっている。

このような半導体装置の製造プロセスにおいては、従来以上に下地材料層との選択性に優れ、下地材料層のダメージが少ないプラズマエッチング方法が求められる。

【0005】

さらに、対レジストマスクの選択比向上も重要な問題である。

微細なデザインルールの半導体装置を安定に製造するために、プラズマエッチング中に生じるレジストマスクの後退による寸法変換差の発生は、極く僅かなレベルのものでも許容され難くなりつつあるからである。

【0006】

酸化シリコン系材料層のプラズマエッチングは、強固な Si-O 結合を切断する必要があるため、従来からイオン性の強いエッチングモードが採用されている。

As increasing degree of integration, high efficiency of LSI or other semiconductor device develops, from half micron it is reducing the design rule to level of sub quarter micron.

Attendant upon this, microfabrication is administered to various material layer which begin silicon oxide type material layer, patterning this technically request for plasma etching method in order to do has done sophistication more and more.

【0003】

Attendant upon diameter increase of for example substrate to be etched, over entire surface of substrate to be etched of 8 inch diameter or more, uniform treatment is required.

In addition in order to be represented in ASIC (application-specific IC), demand for the variety small lot production is high in part.

From these background, as for plasma etching equipment sheet-fed type has become mainstream.

Because of this in order to maintain processing capacity which is not inferior to plasma etching equipment of conventional batch type, etching rate of substrate to be etched per each greatly it is necessary to improve.

【0004】

In addition in order acceleration of signal processing of semiconductor device and, to assure narrowing of semiconductor element itself, junction depth of impurity diffusion layer becomes shallow regarding for example MOS transistor, also thickness of other various material layer has become thin.

Regarding production process of this kind of semiconductor device, it is superior more than ever in selectivity of anti-substrate material layer, it can seek plasma etching method where the damage of substrate material layer is little.

【0005】

Furthermore, also selectivity improvement of anti-resist mask is the important problem.

In order to produce semiconductor device of microscopic design rule in stability, with retreat of resist mask which it occurs in plasma etching occurrence of dimensionally converted difference is becoming difficult to be allowed even with those of polar little level because with する.

【0006】

As for plasma etching of silicon oxide type material layer, because it is necessary to cut off the strong Si-O bond, etching mode which ionic is stronger than past is adopted.

一般的なエッチングガスは  $CF_4$ 、 $C_2F_6$  あるいは  $C_4F_8$  を代表とする CF 系ガスを主体とするものであり、CF 系ガスから解離生成する  $CF_x^+$  の入射イオンエネルギーによるスパッタリング作用と、構成元素である炭素の還元性による Si-O 結合の分解作用を利用するものである。

しかしイオンモードのプラズマエッチングの特徴として、エッチングレートは一般に小さい。

そこで高速エッチングを指向して入射イオンエネルギーを高めると、エッチング反応は物理的なスパッタエッチングに近くなり、選択性は低下する。

すなわち、CF 系ガスによる酸化シリコン系材料層のプラズマエッチングは、高速性と選択性は両立しがたいものであった。

【0007】

酸化シリコン系材料層のプラズマエッチングにおける選択性を向上するため、CF 系ガスに  $H_2$  を添加したり、分子中に H を含む  $CHF_3$  等 CHF 系ガスを採用する従来技術がある。

これはプラズマ中に生成する H ラジカル( $H^*$ )により、プラズマ中の過剰な  $F^*$  を捕捉し、HF の形でエッチングチャンバ外に除去し、エッチング反応系の実質的な C/F 比(C 原子と F 原子の割合)を増加させるものである。

C/F 比の増加は、エッチングと競合して堆積するフッ化炭素系ポリマ中の F 原子の含有量を低減してカーボンリッチなポリマとし、イオン入射耐性等の膜質を強化する作用があり、したがって Si 等の下地との選択性を向上する効果がある。

フッ化炭素系ポリマは、酸化シリコン系材料層上ではその表面からスパッタアウトされる O 原子と反応して酸化除去されるので実質上堆積せず、エッチングレートを低下することはない。

しかしフッ化炭素系ポリマは、酸化作用を有さない Si 等の下地材料層上に専ら堆積し、イオン入射から下地材料層を保護するため実質的なエッチングストップとして機能し、このために選択比が向上する。

これら C/F 比の概念や高選択性が達成される機構については、例えば J.Vac.Science.Tech.,16(2), 391(1979)に報告されている。

【0008】

general etching gas being something which designates CF-based gas which makes the  $CF_4$ 、 $C_2F_6$  or  $C_4F_8$  typical as main component, dissociated is something which utilizes decomposition action of Si-O bond with reductivity of carbon which is a sputtering effect and a constituent element with incident ion energy of  $CF_x^+$  which is formed from the CF-based gas.

But etching rate is small generally as feature of plasma etching of ion mode.

Then pointing high speed etching, when it raises incident ion energy, etching reaction becomes close in physical sputter etching, selectivity decreases.

As for plasma etching of silicon oxide type material layer, as for high speed property and selectivity the both achievements hard to do with namely, CF-based gas thing.

【0007】

In order selectivity in plasma etching of silicon oxide type material layer to improve, there is a Prior Art which such as  $CHF_3$  which adds  $H_2$  to CF-based gas, includes H in molecule CHF-based gas adopts.

excessive  $F^*$  in plasma trapping it does this with H radical ( $H^*$ ) which is formed in plasma, in form of HF removes outside the etching chamber, effective C/F ratio (Ratio of C atom and F atom.) of etching reaction system it is something which increases.

There is action which increase of C/F ratio, competing with the etching, decreasing content of F atom in carbon fluoride polymer which it accumulates, makes carbon rich polymer, strengthens ion implantation resistance or other film quality, therefore the selectivity of Si or other substrate there is an effect which improves.

Because carbon fluoride polymer is done, on silicon oxide type material layer reacting with O atom which sputter out is done from surface, oxidative removal, with respect to substance it does not accumulate, etching rate there are not times when it decreases.

But it accumulates carbon fluoride polymer, exclusively on Si or other substrate material layer which does not possess oxidation action in order to protect substrate material layer from the ion implantation, it functions as effective etching stopper, selectivity improves because of this.

for example J.Vac.Science. Tech., 16 (2), it is reported to 391 (1979) concerning concept of these C/F ratios and mechanism where high selectivity is achieved.

【0008】

また最近においては、イオン入射耐性という物理的観点とは異なった立場からフッ化炭素系ポリマの膜質を見直す動向がある。

すなわち、F 原子リッチなフッ化炭素系ポリマが下地材料層である Si 等の露出面に堆積した場合には、フッ化炭素系ポリマ中の F 原子と下地の Si 原子とは、単なる吸着あるいは付着にとどまらず、イオンの入射にアシストされて化学反応および反応生成物の脱離過程と進む。

この一連の過程は正しくエッチングであり、対下地材料層の選択比が得られない結果となる。

このような観点から、 $c-C_4F_8$  等のフッ化炭素系ガスに CO を添加し、プラズマ中の過剰な  $F^*$  を  $COF_x$  等の形で捕捉して C/F 比を増加し、カーボンリッチなポリマを堆積する試みが第 39 回応用物理学関係連合講演会(1993 年春季年会)講演予稿集 p614、講演番号 31a-ZE-10 等に報告されている。

また同じく、フッ化炭素系ガスに  $H_2$  を添加し、プラズマ中の過剰な  $F^*$  を HF 等の形で捕捉して C/F 比を増加し、カーボンリッチなポリマを堆積する試みもある。

【0009】

【発明が解決しようとする課題】

上述したように、フッ化炭素系ガスに  $H_2$  や CO を添加して下地材料層との選択比を向上する手法においては、プラズマ中の過剰な  $F^*$  が適度に排除され、かつ接続孔底部に露出する下地材料層上にカーボンリッチなポリマを堆積させ得るエッチング条件の選択が重要なポイントとなる。

したがって、所望とするエッチング特性を得るため、混合ガスの混合比を始めとしてプラズマ密度等のパラメータの最適化が求められる。

しかし選択比やエッチングレート等のエッチング特性はトレードオフの関係となり易く、これらのエッチングパラメータの制御により全てのエッチング特性を満足することは至難である。

また  $H_2$  や CO の添加ガスは、主エッチャントの供給源である CF 系ガス濃度を低減する結果となり、この点からもエッチングレートの観点からは不利と言える。

さらに、これら添加ガスの引火性や安全性について十分な配慮が必要である。

In addition physical viewpoint, ion implantation resistance in recent times, there is a trend which takes a second look film quality of carbon fluoride polymer from standpoint where it differs.

When it accumulates in Si or other exposed surface where namely, F atom rich carbon fluoride polymer is substrate material layer, F atom in carbon fluoride polymer and Si atom of substrate, assist being done in incidence of ion, mere adsorption or not to be restricted to deposit, it advances with liberation process of chemical reaction and the reaction product.

This consecutive process becomes result where with etching, the selectivity of anti-substrate material layer is not acquired correctly.

From this kind of viewpoint, it adds CO to  $c-C_4F_8$  or other fluorocarbon gas, trapping does excessive  $F^*$  in plasma in  $COF_x$  or other shape and C/F ratio it increases, attempt which accumulates carbon rich polymer is reported to 39th Japan Society of Applied Physics and Related Societies (1993 annual Spring meeting) lecture abstracts p614, lecture number 31 a-ZE-10 etc.

In addition there is also attempt where similarly, it adds  $H_2$  to fluorocarbon gas, trapping does excessive  $F^*$  in plasma in HF or other shape and C/F ratio increases, accumulates carbon rich polymer.

[0009]

[Problems to be Solved by the Invention]

Above-mentioned way, adding  $H_2$  and CO in fluorocarbon gas, excessive  $F^*$  in plasma is removed moderately selectivity of substrate material layer regarding technique which improves, becomes point whose selection of etching condition which can accumulate carbon rich polymer on substrate material layer which at the same time is exposed in connecting hole bottom part is important.

Therefore, in order to obtain etching characteristic which is desired, it can seek optimization of plasma density or other parameter with proportion of mixed gas as beginning.

But it is difficult selectivity and etching rate or other etching characteristic to be easy to become relationship of trade off, with control of these etching parameter all etching characteristic to satisfy.

In addition added gas of  $H_2$  and CO becomes result which decreases CF-based gas concentration which is a source of main etchant, can say that even from this point it is disadvantageous from viewpoint of the etching rate.

Furthermore, satisfactory consideration is necessary concerning flash property and safety of these added gas.

とりわけクリーンルーム等の閉鎖空間での取り扱いには、検討の余地が大きい。

また実用化に当たっては排気ガスの処理設備を新たに設ける必要がある。

【0010】

本発明は、上述した酸化シリコン系材料層のプラズマエッチングに関する各種問題点を解決することをその課題としている。

すなわち本発明の課題は、下地材料層上に形成された酸化シリコン系材料層をパターンニングするに当たり、対下地材料層等のエッチング選択比に優れたプラズマエッチング方法を提供することである。

【0011】

本発明の別の課題は、エッチングガス系から  $H_2$  や  $CO$  等、使用にあたって引火性や安全性に検討の余地のあるガスを排除し、また新たに排気ガス処理施設等の設備投資が不要な酸化シリコン系材料層のプラズマエッチング方法を提供することである。

【0012】

【課題を解決するための手段】

本発明のプラズマエッチング方法は、上記課題を達成するために提案するものであり、下地材料層上の酸化シリコン系材料層を、下地材料層に対して選択的にエッチングするプラズマエッチング方法であって、ヘキサフルオロ-2-ブチン (Hexafluoro-2-butyne:  $CF_3C \equiv CCF_3$ 、 $mp = -117$  deg C、 $bp = -24.6$  deg C)、ヘキサフルオロ-1,3-ブタジエン (Hexafluoro-1,3-butadiene:  $CF_2 = CFCF = CF_2$ 、 $bp = 6 \sim 7$  deg C) およびヘキサフルオロプロペン (Hexafluoropropene or Hexafluoropropylene:  $C_3F_6$ 、 $mp = -153$  deg C、 $bp = -28$  deg C) からなる群から選ばれるいずれか少なくとも 1 種の化合物をエッチングガスとして用いることを特徴とするものである。

これらの化合物は、その 1 種または複数種を組み合わせて用いることができる。

ただし、プラズマ中の C/F 比等の調整用等の添加ガスは必ずしも用いる必要はない。

【0013】

つぎに作用の説明に移る。

ヘキサフルオロ-2-ブチン、ヘキサフルオロ-1,3-ブタジエンおよびヘキサフルオロプロペン等の化合物は、1 分子中に多数のフッ素原子を有し、しかも 2 重結合や 3 重結合を有するので、プ

Margin of examination is large to handling with clean room or other closed space, especially.

In addition it is necessary to provide treatment facility of exhaust gas anew attime of utilization.

【0010】

this invention solves various problem regarding plasma etching of silicon oxide type material layer whichdescription above is done has made problem.

Namely problem of this invention when silicon oxide type material layer which was formed on the substrate material layer patterning is done, is to offer plasma etching method which is superior inanti- substrate material layer or other selected etching ratio.

【0011】

Another problem of this invention removes gas which has margin ofexamination in flash property and safety at time of, use such as  $H_2$  and  $CO$  from etching gas システム, it means that in addition the exhaust gas treatment facility or other facility investment offers plasma etching method of unnecessary silicon oxide type material layer anew.

【0012】

[Means to Solve the Problems]

It is something to which plasma etching method of this invention, being something whichis proposed in order to achieve above-mentioned problem, silicon oxide type material layer on substrate material layer, vis-a-vis substrate material layer with plasma etching method which selectively etching isdone, hexafluoro -2- butyne (Hexafluoro-2- butyne:  $CF_3C \equiv CCF_3$ 、 $mp = -117$  deg C、 $bp = -24.6$  deg C ), hexafluoro-1, 3- butadiene (Hexafluoro-1, 3-butadiene:  $CF_2 = CFCF = CF_2$ 、 $bp = 6 \sim 7$  deg C ) and uses compound of any at least 1 kind whichis chosen from group which consists of hexafluoropropene (Hexafluoropropene or Hexafluoropropylene:  $C_3F_6$ 、 $mp = -153$  deg C、 $bp = -28$  deg C ) makesfeature as etching gas.

You can use these compound, combining 1 kind or multiple kinds.

However, as for or other added gas for C/F ratio or other adjustment in the plasma it is not necessary always to use.

【0013】

It moves to explanation of action next.

hexafluoro -2- butyne、 hexafluoro-1, 3- butadiene and hexafluoropropene or other compound to have multiple fluorine atom in 1 molecule, furthermorebecause it possesses double bond and triple bond, in plasma  $CF_x^+$  and  $CF_x^+$  which

ラズマ中での 1~2 回の電子/分子間衝突により、酸化シリコン系材料層のメインエッチャントである  $CF_x^+$  や  $CF_x^+$  を容易かつ十分に供給可能である。

したがって、高速のエッチングが可能となる。

また、 $CF_x$  系化学種は、被エッチング基板上にカーボンリッチなポリマを堆積する重要な前駆体となる。

しかも構成分子中やプラズマ中には酸素が存在しないので堆積は容易であり、下地材料層上に十分に堆積してエッチングストップとしての機能を果たし、十分な選択比を確保することができる。

またこれら化合物は常温で気体であるのでバブラ等を必要とせず、使い勝手にも優れる。

【0014】

#### 【実施例】

以下、本発明を一例としてコンタクトホール加工に適用した具体的実施例につき、添付図面を参照して説明する。

【0015】

#### 実施例 1

本実施例は、ヘキサフルオロ-3-ブチン( $CF_3C\equiv CCF_3$ )により、シリコン基板上の  $SiO_2$  からなる酸化シリコン系材料層をマグネトロン RIE 装置によりプラズマエッチングしてコンタクトホールを形成した例であり、これを図 1(a)~(b)を参照して説明する。

【0016】

まず図 1(a)に示すように、予め不純物拡散層(図示せず)等が形成された Si 等の半導体基板 1 上に、 $SiO_2$  からなる酸化シリコン系材料層 2 を形成する。

つぎに化学増幅型レジストと KrF エキシマレーザリソグラフィにより、 $0.30\mu m$  の開口径を有するレジストマスク 3 を接続孔開口部位を除いてパターニングする。

酸化シリコン系材料層 2 の厚さは一例として  $600nm$  であり、減圧 CVD 等により形成する。

ここまで形成した図 1(a)に示すサンプルを、被エッチング基板とする。

【0017】

つぎにこの被エッチング基板を磁場を、併用した

are a main etchant of silicon oxide type material layer with electron-molecule collision of 1 - the twice, it is a suppleable easily and satisfactory.

Therefore, etching of high speed becomes possible.

また dripping and others  $CF_x$  chemical species becomes important precursor which accumulates carbon rich polymer on substrate to be etched.

Furthermore because oxygen does not exist in constituent molecule and in the plasma, accumulation being easy, on substrate material layer accumulating in the satisfactory, carries out function, as etching stopper can guarantee satisfactory selectivity.

In addition because these compound are gas with ambient temperature, the bubbler etc it does not need, is superior even using selfishly.

【0014】

#### [Working Example(s)]

Referring to attached figure concerning concrete Working Example which is applied to contact hole fabrication below, with this invention as one example, you explain.

【0015】

#### Working Example 1

this working example, plasma etching doing silicon oxide type material layer which consists of  $SiO_2$  on silicon substrate with hexafluoro-3-butyne ( $CF_3C\equiv CCF_3$ ), with magnetron RIE equipment, with example which formed contact hole, Figure 1 (a) - referring to (b), explains this.

【0016】

First as shown in Figure 1 (a), on Si or other semiconductor substrate 1 where impurity diffusion layer (not shown) etc was formed beforehand, silicon oxide type material layer 2 which consists of  $SiO_2$  is formed.

Next resist mask 3 which possesses mouth diameter of  $0.30\mu m$  with the chemically amplifying resist and KrF excimer laser lithography, patterning is done excluding connecting hole opening.

With  $600nm$ , it forms with vacuum CVD etc as for thickness of the silicon oxide type material layer 2 as one example.

sample which is shown in Figure 1 (a) which was formed, is designated as substrate to be etched to here.

【0017】

Next this substrate to be etched is mounted on substrate stage



マグネトロン RIE 装置の基板ステージ上に載置し、下記エッチング条件により酸化シリコン系材料層 2 の露出部分をプラズマエッチングする。

CF<sub>3</sub>C≡CCF<sub>3</sub> 20 sccm

ガス圧力 5.0 Pa

of magnetron RIE equipment which jointly uses magnetic field, exposed part of silicon oxide type material layer 2 plasma etching is done with the below-mentioned etching condition.

CF<sub>3</sub>C≡CCF<sub>3</sub> 20 sccm

gas pressure 5.0 Pa

RF電源パワー 1500		W(13.56MHz)	
RF supply power 1500		W (13.56 MHz)	
磁界強度	15	mT(被エッチング基板上)	
magnetic field strength	15	mT (On substrate to be etched)	
被エッチング基板温度	20	°C	
substrate to be etched temperature	20	*	

このプラズマエッチング過程においては、CF<sub>x</sub><sup>\*</sup> によるラジカル反応が、主として CF<sub>x</sub><sup>+</sup> のイオン入射にアシストされる形で酸化シリコン系材料層のプラズマエッチングが進行した。

エッチングレートは 500nm/min であった。

【0018】

下地材料層であるシリコン等の半導体基板 1 が露出してコンタクトホール 4 が開口した時点では、その表面にカーボンリッチなポリマ 5 が堆積し、実質的なエッチングストップとなって半導体基板 1 のエッチングを防止する。

この結果、シリコン等の半導体基板 1 とのエッチング選択比は 30 となった。

本実施例によれば、ヘキサフルオロ-3-ブチン単独ガスでのプラズマエッチングにより、酸化シリコン系材料層の高選択比かつ高速エッチングが可能となる。

【0019】

実施例 2

本実施例は、ヘキサフルオロ-1,3-ブタジエン (CF<sub>2</sub>=CFCF=CF<sub>2</sub>) により、シリコン基板上の SiO<sub>2</sub> からなる酸化シリコン系材料層を基板バイアス印加型 ECR プラズマエッチング装置によりプラズマエッチングしてコンタクトホールを形成した例であり、これを同じく図 1(a)~(b)を参照して説明する。

【0020】

Regarding this plasma etching process, with CF<sub>x</sub><sup>\*</sup> radical reaction, to ion implantation of the CF<sub>x</sub><sup>+</sup> plasma etching of silicon oxide type material layer advanced in form which assist is done mainly.

etching rate was 500 nm/min.

【0018】

silicon or other semiconductor substrate 1 which is a substrate material layer exposing, with time point which contact hole 4 opens, carbon rich polymer 5 accumulates in surface, becomes effective etching stopper and prevents etching of semiconductor substrate 1.

As a result, selected etching ratio of silicon or other semiconductor substrate 1 became with 30.

According to this working example, with hexafluoro-3-butyne single gas high selectivity and high speed etching of the silicon oxide type material layer become possible depending upon plasma etching.

【0019】

Working Example 2

this working example, plasma etching doing silicon oxide type material layer which consists of SiO<sub>2</sub> on silicon substrate with hexafluoro-1,3-butadiene (CF<sub>2</sub>=CFCF=CF<sub>2</sub>), with substrate bias imparting type ECR plasma etching equipment, with the example which formed contact hole, similarly Figure 1(a) - referring to (b), explains this.

【0020】

図 1(a)に示す被エッチング基板は、前実施例 1 で用いたものと同様であるので重複する説明は省略する。

この被エッチング基板を、基板バイアス印加型 ECR プラズマエッチング装置の基板ステージ上に載置し、下記エッチング条件により酸化シリコン系材料層 2 の露出部分をプラズマエッチングする。

Because substrate to be etched which is shown in Figure 1 (a) is similar to those which are used with front Working Example 1 it abbreviates explanation which overlap is done.

This substrate to be etched, is mounted on substrate stage of substrate bias imparting type ECR plasma etching equipment, exposed part of silicon oxide type material layer 2 plasma etching is done with below-mentioned etching condition .

CF <sub>2</sub> = CFCF = CF <sub>2</sub> 50		sccm			
CF <sub>2</sub> = CFCF = CF <sub>2</sub> 50		sccm			
ガス圧力	1.0	Pa			
gas pressure	1.0	Pa			
マイクロ波電源パワー	1200	W(2.45GH	z)		
microwave power supply power	1200	2.45 GH W	z)		
基板バイアスパワー	1000	W(800KHz	)		
substrate bias power	1000	800 KHz W	)		
磁界強度	87.5	mT(被エッチング基板上)			
magnetic field strength	87.5	mT (On substrate to be etched )			
被エッチング基板温度	20	°C			
substrate to be etched temperature	20	*			

このプラズマエッチング過程においても、CF<sub>x</sub><sup>+</sup>によるラジカル反応が、主として CF<sub>x</sub><sup>+</sup> のイオン入射にアシストされる形で酸化シリコン系材料層のプラズマエッチングが進行した。

エッチングレートは 700nm/min であった。

【0021】

下地材料層であるシリコン等の半導体基板 1 が露出してコンタクトホール 4 が開口した時点では、その表面にカーボンリッチなポリマ 5 が堆積し、実質的なエッチングストップとして機能し、半導体基板 1 のエッチングを防止する。

この結果、シリコン等の半導体基板 1 とのエッチング選択比はここでも 30 の値が得られた。

本実施例によれば、ヘキサフルオロ-1,3-ブタジエン単独ガスでのプラズマエッチングにより、酸

Regarding this plasma etching process, with CF<sub>x</sub><sup>+</sup> radical reaction, to ion implantation of the CF<sub>x</sub><sup>+</sup> plasma etching of silicon oxide type material layer advanced in form which assist is done mainly.

etching rate was 700 nm/min.

【0021】

silicon or other semiconductor substrate 1 which is a substrate material layer exposing, with time point which contact hole 4 opens, carbon rich polymer 5 accumulates in surface, functions as effective etching stopper, prevents etching of semiconductor substrate 1.

As a result, value of 30 acquired selected etching ratio of silicon or other semiconductor substrate 1 even here.

According to this working example, with hexafluoro-1,3-butadiene single gas high selectivity and high speed etching

化シリコン系材料層の高選択比かつ高速エッチングが可能となる。

【0022】

以上、本発明を 2 つの実施例により説明したが、本発明はこれら実施例に何ら限定されるものではない。

【0023】

例えば、エッチングガスとしてヘキサフルオロ-2-ブチンおよびヘキサフルオロ-1,3-ブタジエンを例示したが、ヘキサフルオロプロペンを用いてもよい。

これら化合物は、単一組成のエッチングガスとして用いて各種エッチング特性を満足させ得るメリットを有するが、不活性ガス等との混合ガスとして用いてもよい。

【0024】

酸化シリコン系材料層として  $\text{SiO}_2$  を例示したが、PSG、BSG あるいは BPSG 等不純物を含有したシリケートガラス、あるいは  $\text{SiON}$  や  $\text{SiOF}$  等、N や F 等の元素を含むもの、あるいはこれらの積層構造膜であってもよい。

またコンタクトホール加工に限らず、パイアホール加工や、LDD サイドウォールスペース加工等、下地材料層との高選択比が要求される各種プラズマエッチングに適用可能である。

【0025】

下地材料層として不純物拡散層が形成されたシリコン等の半導体基板以外に、多結晶シリコン、高融点金属シリサイド層や高融点金属ポリサイド層、Al 系金属、Cu 系金属や高融点金属等の金属配線材料、あるいは  $\text{Si}_3\text{N}_4$  等の絶縁材料層であっても、これら下地材料層との高選択比を得ることができる。

【0026】

その他、被エッチング基板の構造、プラズマエッチング装置、プラズマエッチング条件等、本発明の技術的思想の範囲内で適宜選択して適用することが可能である。

【0027】

【発明の効果】

以上の説明から明らかなように、本発明は特定された化合物をエッチングガスとして採用することにより、 $\text{SiO}_2$  等の酸化シリコン系材料層の高選択比および高エッチングレートのパラズマエッチングが可能となる。

of the silicon oxide type material layer become possible depending upon plasma etching .

[0022]

Above, this invention was explained with 2 Working Example , but this invention is not something which is limited in these Working Example.

[0023]

hexafluoro -2- butyne and hexafluoro-1, 3- butadiene were illustrated as for example etching gas, but making use of hexafluoropropene it is good.

These compound, it possesses merit which can satisfy various etching characteristic as etching gas of single constitution using, but it is possible to use as mixed gas of inert gas etc.

[0024]

$\text{SiO}_2$  was illustrated as silicon oxide type material layer, but, those which such as silicate glass, or  $\text{SiON}$  and  $\text{SiOF}$  which impurity such as PSG, BSG include N and For other element or BPSG contain. Or it is good even with these laminated structure membranes.

In addition it is a applicable, in various plasma etching where such as blind via fabrication the high selectivity of substrate material layer is required and LDD sidewall spacer processing not just the contact hole fabrication.

[0025]

Other than silicon or other semiconductor substrate where impurity diffusion layer was formed as substrate material layer, the polycrystalline silicon, high melting point metal silicide layer and high melting point metal poly side layer, high selectivity of these substrate material layer can be acquired even with Al-based metal, Cu metal and high melting point metal or other metallization material, or  $\text{Si}_3\text{N}_4$  or other insulating material layer .

[0026]

In addition, selecting appropriately, inside range of technical concept of the this invention, such as structure, plasma etching equipment, plasma etching condition of substrate to be etched it applies it is possible .

[0027]

[Effects of the Invention]

As been clear from explanation above, as for this invention high selectivity of  $\text{SiO}_2$  or other silicon oxide type material layer and plasma etching of high etching rate become possible compound which specific is done as etching gas by adopting.

チングが可能となる。

これら化合物ガスは、CO や H<sub>2</sub> 等の添加ガスを必要とせず、単独のエッチングガスとして用いてその効果を発揮するので、プラズマエッチング工程の管理が大幅に簡素化される。

また安全性の観点からも問題点が少ない。

【図面の簡単な説明】

【図1】

本発明のプラズマエッチング方法を適用した実施例 1 および 2 を、その工程順に説明する概略断面図であり、(a)は酸化シリコン系材料層上にコンタクトホール開口用のレジストマスクを形成した状態、(b)は酸化シリコン系材料層をパターニングしてコンタクトホールを開口した状態である。

【符号の説明】

- 1  
半導体基板
- 2  
酸化シリコン系材料層
- 3  
レジストマスク
- 4  
コンタクトホール
- 5  
カーボンリッチなポリマ

Drawings

【図1】

These compound gas not to need because the CO and H<sub>2</sub> or other added gas effect is shown, as etching gas of alone using, management of plasma etching step is done greatly simplification.

In addition problem is little even from viewpoint of safety.

[Brief Explanation of the Drawing(s)]

[Figure 1]

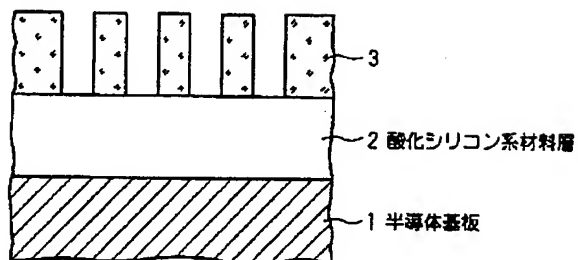
With conceptual cross section diagram which explains Working Example 1 and 2 which applies plasma etching method of the this invention, to process sequence, as for (a), state, (b) which formed the resist mask for contact hole opening on silicon oxide type material layer patterning doing silicon oxide type material layer, is the state which opens contact hole.

[Explanation of Symbols in Drawings]

- 1  
semiconductor substrate
- 2  
silicon oxide type material layer
- 3  
resist mask
- 4  
contact hole
- 5  
carbon rich polymer

[Figure 1]

(a)



(b)

